Aus dem Pharmakologischen Institut der Ruprecht-Karls-Universität
zu Heidelberg.
Direktor: Professor Dr. Eichholtz.

Über einen in Frucht- und Gemüsesäften weitverbreiteten gelben Farbstoff

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität

zu Heidelberg

vorgelegt von

Rudolf Ott
Zahnarzt.

Heidelberg 1936.

Dissertationsdruckerei und Verlag Konrad Triltsch, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg

Dekan: Prof. Dr. Schneider.
Referent: Prof. Dr. Eichholtz.
1936.

In neueren Untersuchungen ist immer deutlicher der gemeinsame Bauplan sichtbar geworden, der die gesamte lebende Natur durchzieht, und der sich auch darin äußert, daß die chemischen Bausteine und die Stoffwechselprodukte der Pflanzenzelle mit denen des Tierkörpers gleich oder nahe verwandt sind, oder daß sie im Laufe der phylogenetischen Entwicklung in die Lebensvorgänge des gesunden und kranken Menschen eingepaßt sind.

Unter diesen chemischen Bausteinen der Pflanzenzelle werden diejenigen eine besondere Beachtung verdienen, die nicht nur in einer einzigen Pflanze oder gar nur in einer bestimmten Varietät vorkommen, sondern vielmehr in den Früchten und Gemüsen, die dem Menschengeschlecht zur Nahrung dienen, weit verbreitet sind. Von ihnen läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit eine biologische Bedeutung auch für den Menschen voraussagen.

Das gilt auch für diejenigen Nahrungsmittel, die zur Zeit ihrer Ernte in überreichem Maße zur Verfügung stehen und für die der Mensch in allen Ländern und zu allen Zeiten besondere Konservierungsverfahren ersonnen hat. Solche Methoden haben durch die nationalen Bedürfnisse unseres auf seinen eigenen kargen Lebensraum angewiesenen Volkes eine besondere Bedeutung erlangt. Unter ihnen sind die biologischen Methoden der Konservierung, sei es durch alkoholbildende Hefen, sei es durch milchsäurebildende Bakterien besonders wichtig.

In der Reihe von Arbeiten, die am Pharmakologischen Institut der Universität Heidelberg von Keil und seinen Mitarbeitern durchgeführt wurden, beschäftigt sich die vorliegende Untersuchung zunächst mit dem Johannisbeerwein.

Versuchsreihe I.

Zur ersten Information über die Zusammensetzung dieses Weines wurden die folgenden Proben angestellt:

1. Tillmannsches Reagens mit 2,6 Dichlorphenol-indophenol ergibt die Anwesenheit von Vitamin C.
2. Mit Flaviansäure erfolgt eine starke Fällung von Kalisalzen.
3. Fehlingsche Lösung ergibt die Anwesenheit erheblicher Zuckermengen.

4. Diazoreaktion auf freie Imidazolkörper ist positiv.
5. Bei Alkoholzusatz erfolgt ein weißer Niederschlag, der möglicherweise ebenfalls auf die Anwesenheit von Basen deutet, aber auch durch den Kalireichtum des Weines entstanden sein mag.
6. Ebenso erfolgt auf Zusatz von Phosphorwolframsäure eine schwache Trübung. Auch diese Reaktion mag die Anwesenheit basischer Körper anzeigen.
7. Die Stickstoffbestimmung ergab 0,4 gr N in 1 ltr. Johannisbeerwein.
8. Der rote Farbstoff ließ sich nicht durch Extraktion mit Alkohol, Äther, Chloroform, dagegen durch Absorption an Tierkohle entfernen. Bei einem Überschuß von Alkohol (80 ccm Alkohol auf 10 ccm Sirup) fällt eine bräunliche Masse aus, die den roten Farbstoff fast vollständig enthält. Das Filtrat zeigt eine gelbliche Tönung.
9. Die Millonsche Reaktion auf Phenole ist negativ.

Versuchsreihe II.

In einem weiteren Versuch wurde die quantitative Bestimmung von Vitamin C mit Hilfe der Tillmannschen Methode durchgeführt. Die Bestimmung erfolgte in der folgenden Weise:

5 ccm Destillationsrückstand wurden mit 10 ccm H_2O gelöst, durch Tierkohle entfärbt und durch Kieselgur filtriert und mit etwas Wasser nachgewaschen; es ergab sich eine klare gelbliche Lösung, die nun nach der Tillmannschen Methode behandelt wurde.

Die Bestimmung ergab, daß in 1 ltr. Johannisbeerwein *2,95 mg* Vitamin C enthalten sind.

Zum Vergleich wurde die gleiche Bestimmung nach dem gleichen Verfahren mit Sauerkrautsaft durchgeführt, der im Handel gekauft wurde.

Die Bestimmung ergab in 1 ltr. Sauerkrautsaft 27,7 mg Vitamin C.

Versuchsreihe III.

In den vorhergehenden Versuchen hatte sich bereits ein gelber Farbstoff gezeigt, der neben dem roten Farbstoff vorkommt. Zur Isolierung dieses Farbstoffes wandten wir uns der chromatographischen Methode von Kuhn und Winterstein zu.

Wir arbeiteten mit einem zylindrischen Gefäß mit einem Durchmesser von 22 mm und einer Höhe von 100 mm, das unten durch eine poröse Sinterplatte abgeschlossen war.

Reines wasserfreies Aluminiumoxyd wurde mit Alkohol aufgeschwemmt, in das Gefäß eingefüllt und der Alkohol abgesaugt.

Auf den nassen Rückstand wurden 10 ccm Weinsirup nach Verdünnung mit 50 ccm 80% Alkohol mit Hilfe eines Scheidetrichters langsam aufgegeben, mit Hilfe des Exsikkators durchgesaugt und mit 70% Alkohol nachgewaschen.

Bereits im Tageslicht zeigten sich, von der Oberfläche angefangen, die folgenden Farbschichten:

1. eine weiße Schicht ca. 1,9 cm breit,
2. eine blaue Zone, die nach oben und unten in blaßblau überging, ca. 1,1 cm breit,
3. eine schwache gelbe Zone, ca. 0,1 cm breit, die nach unten zu langsam verblaßte (ca. 1,1 cm).

Im ultravioletten Licht zeigte es sich, daß die gelbe Zone außerordentlich stark fluoreszierte und zwar in hellgelber leuchtender Farbe. Das Filtrat, im Tageslicht farblos, fluoreszierte im Ultraviolett bläulich.

Die Analyse des Chromatogramms ergab folgende Einzelheiten:

1. Sowohl die blaue wie die gelbe Zone ließen sich durch genügend Alkohol allmählich durch die Tonerde hindurchwaschen. Dabei erschien zunächst die gelbe Zone im Filtrat, angezeigt durch gelbe Farbe der Lösung, anschließend daran die blaue Zone in rotgefärbter Lösung.
2. Die blaue Zone trat nicht auf, wenn vorher der rote Farbstoff des Johannisbeerweins mit Hilfe von Tierkohle entfernt war.
3. Versuchte man die gelbe Zone, nachdem sie mit Hilfe von viel Alkohol durch das Chromatogramm hindurchgewaschen war, in einem zweiten Chromatogramm noch einmal zu erzeugen, so verhielt sie sich anders. Je reiner die gelbe Lösung wurde, umsomehr blieb sie an der Oberfläche des Chromatogramms haften. Das Durchwandern der gelben Zone durch das Chromatogramm wird daher durch Verunreinigung veranlaßt, insbesondere durch Spuren des roten Farbstoffes. Der gelbe Farbstoff in reiner Substanz wandert nicht mehr.
4. Wir haben versucht, aus der gelben Zone, die in Ultraviolettbeleuchtung leicht von den übrigen Schichten des Chromatogramms getrennt werden konnte, den gelben Farbstoff zu gewinnen.

   Zu diesem Zweck wurden nach Vorversuchen die folgenden Verfahren angewandt:

   a) Ausschütteln der gelben Zone mit Alkohol, Chloroform, Äther, Petroläther, Benzol, Pyridin und Phosphatlösungen verschiedener Reaktion von ph. 4,5—9,2.

b) Sechsstündige Extraktionen im Soxhlet mit 100% Alkohol, 80% Alkohol, Äther, Chloroform und kochendem Wasser.

In allen diesen Verfahren wurden nur Spuren des gelben Farbstoffes aus der gelben Schicht des Chromatogramms gewonnen.

c) Auch ein Ersatz des Al_2O_3 im Chromatogramm durch Talkum, Tonsil, Kaolin, Clarit, Fullererde, Floridin und $CaCo_3$ ergab keinen Fortschritt. In den meisten dieser Versuche fehlte jegliche Adsorption des gelben Farbstoffes. Die scharf abgesetzten Farbschichten des Al_2O_3 Chromatogramms wurden mit keinem anderen Adsorptionsmittel erhalten.

5. Dagegen war die gelbe Schicht des Al_2O_3 Chromatogramms in verdünnter H Cl (3—4%) löslich. Durch Neutralisieren dieser Lösung mit NaOH oder NH_4OH fielen bei alkalischer Reaktion große Mengen des durch H Cl gelösten Al_2O_3 als Hydroxyd aus. Unter diesem Umstand war die gesamte Farbstoffmenge, die bei der Behandlung mit H Cl in Lösung gegangen war, wieder im Niederschlag zu finden.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, daß die primäre Adsorption des gelben Farbstoffes an das Aluminiumoxyd zu einer lackartigen festen chemischen Verbindung führt, aus der der Farbstoff auch mit scharfen Maßnahmen nicht mehr zu entfernen ist. Diese Eigenschaft ist charakteristisch für Stoffe, die am Benzolkern benachbarte Hydroxylgruppen tragen, besonders auch für die in der Pflanzenwelt weitverbreiteten Flavonole, von denen bekannt ist, daß sie zu dem Anthocyan der Beerenfarbstoffe in genetischer Beziehung stehen [1] [2].

Auf Grund der obigen Untersuchungen und veranlaßt durch den freundlichen Rat von Dozent Dr. Wagner-Jauregg sind wir zu den Methoden der Isolierung der Flavonole übergangen und haben auf Grund unserer Untersuchungen keinen Zweifel mehr daran, daß wir es hier mit einem Flavonol zu tun haben.

Nach Hadders und Wehmer [3] ist der rote Farbstoff der Johannisbeere (ribes rubrum) ein Cyanidinglukosid und damit ähnlich aufgebaut wie die Farbstoffe der Kirsche, Pflaume, Holunderbeere, Preiselbeere, Brombeere und Himbeere, während der Farbstoff der Heidelbeere geringe Unterschiede aufweist.

Das Cyanidin entspricht als Pentaoxyverbindung dem Quercetin und Rutin, die ebenfalls in der 3.5.7. 2′4′ Stellung Hydroxylgruppen tragen.

In der Tat sprechen alle bisher vorliegenden Daten dafür, daß der gelbe Farbstoff der Johannisbeere Quercitrin oder ein nahe ver-

---

[1]) Berichte üb. d. ges. Physiol. 12 (363) 1922.
[2]) Berichte üb. d. ges. Physiol. 31 (491) 1925.
[3]) G. Klein: Handbuch d. Pflanzenanalyse. III. (986) 1932.

wandtes Glukosid ist, aus dem durch Oxydation das rote Anthocyanin der Johannisbeere entsteht.

Versuchsreihe IV.

Als Test für die Anwesenheit des unbekannten Flavonols benutzten wir die folgende Reaktionskette:

Die jeweils fragliche Lösung wurde in Alkohol aufgenommen und mit Hilfe von Al_2O_3 ein Chromatogramm dargestellt. Die gelbe Zone wurde im Ultraviolettlicht isoliert und mit Wasser mehrmals gekocht. Der Farbstoff wurde mit wenig verdünnter Salzsäure von der übrigen Masse der Tonerde getrennt und aus der Lösung mit Natronlauge gefällt. Im Ultraviolettlicht besaß der Niederschlag von Aluminiumhydroxyd die charakteristische leuchtend gelbe Farbe.

Mit dieser Methode wurden die einzelnen Schritte auf dem Wege der Darstellung des gelben Farbstoffes geprüft.

Der folgende Weg erwies sich als besonders geeignet:

100 ccm Johannisbeerweinsirup werden mit 80% Alkohol (10:80) gefällt. Das gelbliche Filtrat wird im Vakuum eingedampft und der rote Rückstand mit wenig H_2O gerade gelöst. Die rote Lösung wird nun zweimal mit der gleichen Menge Äther $^1/_2$ Stunde im Schüttelapparat geschüttelt. Die gelbe ätherische Lösung wird im Wasserbad eingeengt und der gelblich-bräunliche Rückstand mit wenig Äther aufgenommen und etwas verrührt. Der Äther wird goldgelb, und zurück bleibt ein weißer kristalliner Rückstand. Die gelbe ätherische Lösung wird im Schüttelglas mehrmals mit Wasser gewaschen, bis das Waschwasser klar wird und nochmals eingeengt. Der gelbe Rückstand löst sich nun restlos mit goldgelber Farbe in wenig Äther. In dieser Lösung sind zwei verschiedene Farbstoffe enthalten, von denen der eine in NaOH mit roter Farbe löslich ist. Der zweite Farbstoff bleibt in dem hellgelben Äther zurück und besitzt die oben beschriebenen Eigenschaften des Chromatogramms. Die ätherische Lösung wird nochmals mit Wasser dreimal gewaschen, zwecks Entwässerung mit etwas Natriumsulfat versetzt, filtriert und an der Luft langsam abdunsten lassen. Es bleibt ein hellgelber Rückstand, der im Ultraviolettlicht hellgelb fluoresziert und im Al_2O_3 Chromatogramm einen leuchtend gelben Lack ergibt.

Wird die rote NaOH-Lösung mit HCl sauer gemacht, so wird sie, wie der Ätherauszug gelb, der im Al_2O_3 Chromatogramm eine bräunlich-gelbe Zone ergibt. Versetzt man den Ätherauszug wieder mit NaOH, so geht die gelbe Farbe mit roter Farbe in die Natronlauge und der Äther ist klar. Dieser Farbstoff ist also in saurer Lösung gelb und bei alkalischer Reaktion rot.

Bei diesem Vorgehen wurde zwar eine starke Anreicherung, aber keine vollständige Reinigung des Farbstoffes erreicht. Das ist erst bei Ansetzen größerer Versuchsmengen aussichtsreich, worauf wir aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet haben.

Es ist uns auch nicht gelungen, genügend große Mengen des Farbstoffes zu erhalten, um die üblichen chemischen Nachweisreaktionen für Flavonole anzustellen. Die Eisenchloridreaktion und die Bleireaktion waren bei der geringen und dazu noch verunreinigten Farbstoffmenge, die uns in die Hände fiel, negativ.

Dieser endgültige Schritt zur Identifizierung des Farbstoffes steht noch aus.

In seinem Verhalten zu Aluminiumoxyd hat der gelbe Farbstoff eine durchgängige Ähnlichkeit mit dem Quercetin, das ebenfalls von der obersten Schicht des Aluminiumoxyds lackartig gebunden wird und im Ultraviolettlicht eine hellgelbe leuchtende Fluorenszenz liefert. Mit wenig HCl wird es aus der Tonerde größtenteils gelöst, um mit NaOH an das Aluminiumhydroxyd gebunden wieder auszufallen. Auch wandert das Quercetin, wenn es Johannisbeerextrakt zugesetzt wird, in derselben Zone im gleichen Verhältnis.

Indessen sind die Löslichkeitsverhältnisse unseres Farbstoffes ganz anders, als die des Quercetins. Es wird sich wohl um einen nahen Verwandten des Quercetins, voraussichtlich um das in der Pflanzenwelt und besonders in stark belichteten Pflanzen weitverbreitete (Shibata) [4]) Quercitrin handeln.

Nach unseren heutigen Kenntnissen bilden die Flavonole einen regelmäßigen Bestandteil der menschlichen Nahrung. Ihre weite Verbreitung in Stamm- und Beerenfrüchten, aber auch in den belichteten grünen Blättern, die von jeher der menschlichen Geschmacksrichtung angepaßt waren, deutet auf tiefste biologische Verflechtung hin, die zwischen dem Menschengeschlecht und der Zusammensetzung seiner Nahrung besteht. Es ist daher nicht verwunderlich, daß ähnlich wie die Carotine (Vitamin A), Flavine (Vitamin B_2), auch die von uns untersuchte Gruppe von gelben Farbstoffen pharmakologisch aktiv ist. Die grundlegenden Untersuchungen stammen von Fukuda [5]) und seinen Schülern; aus deren Arbeiten sind die folgenden Daten zu entnehmen:

1. Von den Flavonolen wirken Kämpferol und sein Glykosid abführend; sie sind die wirksamen Bestandteile von Semen rhamni japonici.
2. Alle untersuchten Flavonole und Flavonolglykoside, d. h. Kämpferol, Kämpferolglykosid, Morin, Quercetin, Quercitrin, Rubin, Myricetin und Myricitrin haben bei Kaninchen diuretische Wirkung, und zwar bei einer Dosis von 25 mg/kg. Sie verstärken die

[4]) G. Klein: Handbuch d. Pflanzenanalyse III_2 (942) 1932.
[5]) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 164 (685) 1932.

Herzaktion, verengern die Blutgefäße und erhöhen den Blutdruck.

Von dieser Gruppe von Farbstoffen sind die Glykoside stärker wirksam als die zuckerfreien Flavonole. Unter den Flavonolen nimmt die Wirksamkeit in der folgenden Reihe ab: Myricetin, Kämpferol, Morin, Quercetin, Rubin.

3. Die Flavonole werden vom Intestinaltraktus und vom subkutanen Gewebe gut resorbiert und schnell und unverändert mit dem Harn ausgeschieden. Zwar gehen sie auch in die Zelle über, werden aber wieder in den Darm rückresorbiert, um endlich mit dem Harn ausgeschieden zu werden.
4. Bei verschiedenen japano-chinesischen vegetabilischen Drogen, die diuretisch wirken, fällt die Flavonreaktion positiv aus. Die Flavonole scheinen in diesen Drogen den Hauptbestandteil auszumachen.
5. Nach Koike[6]) ist die Giftigkeit der Flavone sehr gering. Die toxische Dosis beträgt bei subkutaner Anwendung 8—10 g/kg Kaninchen.

Es ergibt sich daraus, daß die therapeutische Breite dieser Farbstoffgruppen auffallend groß ist; sie erinnert an die der Vitamine. Im Lichte der biologischen Idee, die den Menschen verflochten sieht in seine natürliche Umwelt, und die in dieser Verflechtung eine biologische Einheit und Ganzheit zu sehen gewöhnt ist, ist diese Tatsache der auffallenden therapeutischen Breite ebensowenig überraschend, wie die der pharmakologischen Aktivität.

Im Lichte einer solchen grundsätzlichen Auffassung schien es von großer Bedeutung, ob unser Farbstoff auch in anderen Pflanzen- und Fruchtsäften zu finden ist; insbesondere in denjenigen, die für die Ernährung von Tier und Mensch besondere Bedeutung besitzen.

Die folgenden Säfte wurden nach dem oben beschriebenen Testverfahren untersucht.

---

[6]) Berichte über d. ges. Physiol. 62 (218) 1931.

Säfte:	Johannis-beerwein	Apfelwein	Apfelsaft ohne Schale	Apfel-schalensaft	Birnsaft ohne Schale
Farbe:	rot	gelbgrün	rot	braun	rot
(Alkoholfällung) Filtrat: Rückst.	gelb rot	gelb grün	rötlich rot	orange braun	gelblich braun
Chromatogramm Farbe	leuchtend gelbe Zone	helle weißlich gelbe Zone breite dunkelgelbe Zone	bläulich weiße Zone gelbgrüne Schicht	dunkelgelb leuchtend gelbe Schicht	dunkelgelbe Zone
(Mit Wasser gekocht) Farbe	gelb	gelb	hellgelb dunkelgelb	gelb	dunkelgelb
H Cl: Farbe d. Rückst. Lösung:	verd. blau gelblich	verd. blau gelblich	konz. dunklergelb hellergelb —	verd. bläulich gelblich	konz. hellgelb bräunlich
(NaOH) Farbe des Al.-hydroxyds:	gelb	bräunlich-gelb	dunkelbraun	schwachgelb	bläulichgelb

Säfte:	Birnschalensaft	Pfälzerwein	Sauerkrautsaft	Bohnensaft	Salzgurkensaft
Farbe:	rötlichgelb	gelb	gelbgrün	grün	grün
(Alkoholfällung) Filtrat: Rückst.	klar braun	gelb grünlich	klar grün	grünlich dunkelgrün	gelblich-grünlich dunkelgrün
Chromatogramm	fast weißlich gelb	leuchtend gelbe Zone	fast weißlich gelbe Zone	himmelblaue Zone in blaugrün übergehend	fast weißlich gelbe Zone
(Mit Wasser gekocht) Farbe	hellgelb	gelb	gelb	—	dunkelgelb
H Cl: Farbe d. Rückst. Lösung:	verd. bläulich gelblich	verd. blau gelblich	verd. bläulich bräunlich	— — —	verd. blau gelblich
(NaOH) Farbe des Al.-hydroxyds:	gelb	gelb	gelb Flüssigkeit: gelblich	—	gelb

Säfte:	Gurkensaft (steril)	Gurkensaft (Bakt. Kultur	Pfirsichsaft	Stachelbeersaft	Maissaft
Farbe:	rötlich	rötlich	rötlichgelb	bräunlichgelb	braun
(Alkoholfällung) Filtrat: Rückst.	schwachrötlich braun	rötlich braun	gelblich bräunlich	gelblich braun	gelb braun
Chromatogramm	bräunlich-weißlich	bläulich-weißlich	gelbliche Zone	hellgelbe Zone	dunkelgelbe Zone
(Mit Wasser gekocht) Farbe:	—	—	dunklergelb	gelb	dunkelgelb
Farbe	—	—	konz.	verd.	konz.
Farbe d. Rückst.	—	—	wird heller	blau	gelb
Lösung:	—	—	—	gelblich	—
(NaOH) Farbe des Al.-hydroxyds:	—	—	bläulich	gelblich	bläulich

Säfte:	Mangoldsaft	Ziergrassaft	Sonnenbl.-Saft	Blaukleesaft	Deutscher Klee
Farbe:	braun	dunkelbraun	braun	hellbraun	braun
(Alkoholfällung) Filtrat: Rückst.	gelblich hellbraun	gelblich braun	gelblich hellbraun	gelb hellbraun	gelblich braun
Chromatogramm	dunkelgelbe Zone	hellgelbe Zone	gelbe Z. vermischt mit braun	dunkelgelbe Zone	hellgelbe Zone
(Mit Wasser gekocht) Farbe:	dunkelgelb	gelb	gelb	dunkelgelb	gelb
H Cl:	konz.	verd.	konz.	konz.	konz.
Farbe d. Rückst.	hellgelb	bläulich	hellgelb	hellgelb	hellgelb
Lösung:	—	gelblich	schwachgelblich	—	—
(NaOH) Farbe des Al.-hydroxyds:	bläulich	gelb	flockiggelb	bläulich	bräunlich

Aus der Tabelle ergibt sich, daß unser gelber Farbstoff, einer allerdings nur oberflächlichen Analyse entsprechend, in den folgenden Pflanzen und Fruchtsäften vorzukommen scheint: Pfälzerwein, Apfelwein, Apfelschalensaft, Birnenschalensaft, Sauerkrautsaft, Salzgurkensaft, Stachelbeersaft und Ziergrassaft.

Zusammenfassung:

1. In der Reihe der im pharmakologischen Institut der Universität Heidelberg untersuchten vergorenen Frucht- und Pflanzensäfte erfolgte nunmehr die Aufarbeitung des Johannisbeerweins.

2. Der Gehalt an Vitamin C wurde mit 2,95 mg pro Liter bestimmt. Eine Bestimmung in besonders vitaminreichem Sauerkrautsaft, die zum Vergleich durchgeführt wurde, ergab 27,7 mg pro Liter.

3. Der Gehalt an biogenen Aminen ist sehr viel geringer als im Sauerkrautsaft.

4. Mit der chromatographischen Methode wird ein leuchtend hellgelb fluoreszierender Farbstoff nachgewiesen, dessen chemisches und physikalisches Verhalten untersucht wird. Er entspricht aller Voraussicht nach dem Quercitrin oder einem nahen Verwandten desselben. Derartige Flavonole sind pharmakologisch aktive Körper.

5. Das Vorkommen des gleichen Farbstoffes in anderen Weinen, Obst- und Gemüsesäften wird wahrscheinlich gemacht. Seine Bedeutung im Lichte der biologischen Einheit von Mensch und Umwelt wird dargelegt.

Zum Schluß meiner Arbeit sage ich dem Direktor des Pharmakologischen Instituts der Universität zu Heidelberg, Herrn Professor Dr. F. Eichholtz, für die freundliche Überlassung des Themas meinen herzlichsten Dank.

Auch möchte ich nicht versäumen, Herrn Dr. W. Keil und Herrn Dr. E. Möller für manche Anregung zu danken, die mir im Verlauf meiner Arbeit sehr wertvoll waren.

Lebenslauf.

Am 21. August 1910 wurde ich als Sohn des Lehrers Gilbert Ott in Gundernhausen b. Darmstadt geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule zu Ernsthofen i. Odw. besuchte ich ab Ostern 1921 die Ludwigs-Oberrealschule in Darmstadt, woselbst ich Ostern 1930 das Abitur bestand. Nach viersemestrigem naturwissenschaftlichem Studium an der Hochschule zu Darmstadt begann ich Ostern 1932 mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität zu Heidelberg. Hier bestand ich im Herbst 1933 das Physikum und am 18. November 1935 das Staatsexamen. Während des Studiums der Zahnheilkunde habe ich die Universität nicht gewechselt.

Rudolf Ott.